Journal of Iranian Plant Protection Research
https://jpp.um.ac.ir

Research Article
Vol. 36, No. 4, Winter 2023, p. 467-479

Evaluation of Foramsulfuron + Idosulfuron (MaisTer OD) Herbicide Efficacy on Weed Control, Growth and Yield of Maize

R. Polkhani[1], S.A. Kazemeini[2]*, M. Edalat[3]

Received: 11-03-2022
Revised: 26-04-2022
Accepted: 01-05-2022
Available Online: 15-02-2023

How to cite this article:
Polkhani, R., Kazemeini, S.A., & Edalat, M. (2023). Evaluation of Foramsulfuron + Idosulfuron (MaisTer OD) Herbicide Efficacy on Weed Control, Growth and Yield of Maize. *Journal of Iranian Plant Protection Research 36*(4): 467-479. (In Persian with English abstract)
DOI: 10.22067/jpp.2022.75776.1083

Introduction

Maize (*Zea mays* L.) is the third most important cereal after rice and wheat, which is widely grown in the world and used as a primary staple food in many developing countries. The area and production under maize in the world in 2020 was 202 M ha with 1162352997 tonnes production and contributed almost 5% of the world's dietary energy supply. Recent projection indicates that by 2020 the demand of maize in all developing countries will overtake the demand of wheat and rice, with Asia accounting for nearly 60% of the global demand for maize. Chemical control can be very important because of the low efficiency and cost effectiveness of mechanical or other methods of weed control. Hence, it is necessary to provide information about the sulfonylurea herbicides and suitable doses. Sulfonylureas such as iodosulfuron, nicosulfuron, rimsulfuron, and foramsulfuron are effective group of herbicides for annual and perennial weed control in maize. These herbicides provide a new chance for weed management in maize. Their mode of action occurs through inhibiting acetolactate synthase (ALS), thereby interfering with the production of branched-chain amino acids, leucine, isoleucine, and valine The objectives of this experiment were to evaluate the effect of different doses of MaisTer OD herbicide in comparison to the other herbicides on weeds control and growth and yield of corn.

Materials and Methods

In order to evaluate the effect of different herbicides on weeds control and growth and yield of corn, a field study carried out during 2015 growing seasons at Seydan, Marvdasht, Fars province, Iran. The experiment was conducted in a randomized complete block design with 3 replications. Treatments included different rates of MaisTer OD (1, 1.5 and 2 l ha^{-1}), Acetochlor (4.5, 5 and 6 l ha^{-1}), Cruz (1.5, 2 and 2.5 l ha^{-1}), Ultima (1, 2 and 3 l ha^{-1}) and 2,4-D+MCPA (1.5, 2 and 2.5 l ha^{-1}) herbicides and weed free and weedy control. The number and biomass of aboveground weeds parts were harvested within three fixed 1 × 1 m quadrats in every plot, separated by species, enumerated, oven-dried at 75 °C for 48 h, and then weighed. Then, percent weed density and biomass reductions were measured. The traits included ear length, row number per ear, grain number per ear, grain number per row, 1000 grain weight, grain yield, biological yield and yield loss percentage. Data were analyzed using SAS v. 9.1 software (SAS Institute 2003). When significant differences were observed among treatments, mean comparisons were made using Duncan's multiple range tests ($P < 0.05$). Correlation coefficients between different traits were also calculated.

Results and Discussion

Results showed that the application of herbicide could reduce density and biomass of weed. The lowest biomass of redroot pigweed (*Amaranthus retroflexus*), lambsquarters (*Chenopodium album*), bindweed (*Convolvulus arvensis*), purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) and foxtail millet (*Setaria italica*) was obtained, so that applying of MaisTer OD herbicide at 1.5 l ha^{-1} could be cause 47.10 and 27.36%, 69.38 and 56.22%, 66.79 and 70.94%, 66.85 and 74.26% and 66.85 and 80.15% reduction in density and total biomass of weeds in

1, 2 and 3- M.Sc. Student, Professor and Associate Professor in Department of Plant Production and Genetics, School of Agriculture, Shiraz University, Shiraz, Iran, respectively.
(*- Corresponding Author Email: akazemeini@shirazu.ac.ir)

comparison with weedy control treatment, and grain yield increased by using MaisTer OD herbicide at 1.5 l ha^{-1} in comparison to the other herbicides including Acetochlor (5 l ha^{-1}), Cruz (2 l ha^{-1}), Ultima (2 l ha^{-1}) and 2,4-D+MCPA (2 l ha^{-1}) by 53.3, 36.7, 5.7, and 56.7%, respectively. Grain yield and grain number per ear were reduced by weeds up to 60 and 50%, respectively. Highest row number per ear (16 and 15.30), grain number per row (41 and 41), grain number per ear (656 and 628.70), 1000 grain weight (286.33 and 276.33 g), grain yield (9.41 and 8.68 t ha^{-1}) and biological yield (20.12 and 18.74 t ha^{-1}) were obtained in weed free and MaisTer OD (1.5 l ha^{-1}) treatments. Applying MaisTer OD herbicide showed lowest yield loss percentage (6.63%) and highest grain yield as compared to the other herbicides for weed suppression.

Conclusion

It can conclude that MaisTer OD herbicide at 1.5 l ha^{-1} showed the best performance for weed control, especially broadleaf weeds and were associated with the maximum corn grain yield. Therefore, due to the restricted use of herbicide in corn, the herbicide used in this experiment is not created serious injury in corn at the recommended rate while effectively controlling weeds. Hence, utilization of this herbicide could be a favorable option in contemporary weed control programs for local or regional corn growers.

Acknowledgements

We would like to thank the School of Agriculture, Shiraz University for their support, cooperation, and assistance throughout this research.

Keywords: Ear length, Grain yield, Weed biomass, Weed density

نشریه پژوهش‌های حفاظت گیاهان ایران
https://jpp.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۳۶، شماره ۴، زمستان ۱۴۰۱، ص. ۴۷۹-۴۶۷

بررسی کارایی علف‌کش فورام‌سولفورون + یدوسولفورون (مایستر-ادی) بر کنترل علف‌هرز، رشد و عملکرد ذرت

رویا پلخانی[۱]- سیدعبدالرضا کاظمینی[۲]*- محسن عدالت[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۲۰
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۰۲/۱۱

چکیده

به منظور ارزیابی اثر علف‌کش مایستر-ادی بر کنترل علف‌های هرز، رشد و عملکرد ذرت ماکسیما، پژوهشی مزرعه‌ای در قالب طرح پایه بلوک‌های کامل تصادفی با سه تکرار در منطقه سیدان، مرودشت فارس اجرا شد. تیمارها شامل دزهای علف‌کش‌های فورام‌سولفورون + یدوسولفورون (مایستر-ادی، ۳/۱ درصد OD) به میزان ۱، ۱/۵ و ۲ لیتر ماده تجاری در هکتار، استوکلر (سورپاس، ۷۶ درصد EC) به میزان ۴/۵، ۵ و ۶ لیتر ماده تجاری در هکتار، نیکوسولفورون (کروز، ۴ درصد SC) به میزان ۱/۵، ۲ و ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار، نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون (اولتیما، ۷۵ درصد DF) به میزان ۱، ۲ و ۳ لیتر ماده تجاری در هکتار و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ (یو ۴۶ کمبی، ۶۷/۵ درصد SL) به میزان ۱/۵، ۲ و ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار به همراه ۲ شاهد بدون علف هرز و آلوده به علف هرز بود. نتایج نشان داد که علف‌هرز باعث کاهش بیش از ۶۰ درصدی عملکرد دانه و ۵۰ درصدی تعداد دانه در بلال ذرت شد. کاربرد علف‌کش باعث کاهش تراکم و زیست توده علف‌های هرز شد و کمترین تراکم و زیست توده علف هرز تاج خروس ریشه قرمز، سلمه‌تره، پیچک صحرایی، اویارسلام قرمز و ارزن دم روباهی در تیمار علف‌کش مایستر-ادی (۱/۵ لیتر در هکتار) به دست آمد و نسبت به تیمار شاهد آلوده به علف هرز به ترتیب باعث کاهش ۴۷/۱۰ و ۲۷/۳۶ درصد، ۶۹/۳۸ و ۵۶/۲۲ درصد، ۶۶/۷۹ و ۷۰/۹۴ درصد، ۶۶/۸۵ و ۷۴/۲۶ درصد و ۶۶/۸۵ و ۸۰/۱۵ درصد تراکم و زیست توده علف‌های هرز شد. عملکرد دانه در تیمار کاربرد علف‌کش مایستر-ادی به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار نسبت به علف‌کش‌های استوکلر (۵ لیتر در هکتار)، کروز (۲ لیتر در هکتار)، اولتیما (۲ لیتر در هکتار) و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ (۲ لیتر در هکتار) به ترتیب به میزان ۵۳/۳، ۳۶/۷، ۵/۷ و ۵۶/۷ درصد افزایش یافت. بیشترین تعداد ردیف در بلال (۱۶ و ۱۵/۳۰)، تعداد دانه در ردیف (۴۱ و ۴۱)، تعداد دانه در بلال (۶۵۶ و ۶۲۸/۷۰)، وزن ۱۰۰۰ دانه (۲۸۶/۳۳ و ۲۷۶/۳۳ گرم)، عملکرد دانه (۹/۴۱ و ۸/۶۸ تن در هکتار) و عملکرد بیولوژیک (۲۰/۱۲ و ۱۸/۷۴ تن در هکتار) به ترتیب در تیمار شاهد بدون علف هرز و علف‌کش مایستر-ادی (۱/۵ لیتر در هکتار) بدست آمد. بطور کلی علف‌کش مایستر-ادی (۱/۵ لیتر در هکتار) نسبت به سایر تیمارهای علف‌کش در این مطالعه بطور معنی‌داری از کمترین درصد افت عملکرد (۶/۶۳ درصد) و بیشترین عملکرد دانه ذرت برخوردار بوده و لذا بر اساس نتایج این پژوهش در منطقه سیدان مرودشت و مناطقی با شرایط آب و هوایی مشابه قابل توصیه است.

واژه‌های کلیدی: تراکم علف هرز، زیست توده علف هرز، طول بلال، عملکرد دانه

مقدمه

ذرت (*Zea mays*) گیاهی است یکساله از خانواده Poaceae و از غلات مهم گرمسیری و معتدل جهان که از نظر تولید، رتبه اول و از نظر سطح زیرکشت، بعد از گندم رتبه دوم را در دنیا به خود اختصاص داده است (FAO, 2017). بعد از تنش‌های محیطی، علف‌های هرز از مهمترین مشکلات موجود بر سر راه تولید گیاهان زراعی چون ذرت می‌باشند (Riemens *et al*., 2022 ; Mehmeti *et al*., 2019) که از طریق تولید بذر فراوان، توانایی جوانه‌زنی بالا و تثبیت سریع، سرعت زیاد رشد و نمو، دوره خواب طولانی، حفظ قوه‌نامیه و

۱، ۲ و ۳- به‌ترتیب دانشجوی کارشناسی ارشد، استاد و دانشیار گروه تولید و ژنتیک گیاهی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه شیراز، شیراز، ایران
(*- نویسنده مسئول: (Email: akazemeini@shirazu.ac.ir
DOI: 10.22067/jpp.2022.75776.1083

سازگاری بالا برای انتشار و پراکنش به گیاه زراعی خسارت وارد می‌کنند (Gholami Golafshan *et al*., 2009; Khan *et al*., 2016). رقابت علف‌های هرز برای موادغذایی، آب و نور، علت اصلی کاهش عملکرد در ذرت است (Mehmeti *et al*., 2019; Sharifiziveh and Didehbaz Moghanlo, 2019). در ایران مهم‌ترین علف‌های هرز مزارع ذرت شامل چهار گونه باریک‌برگ یکساله، ۱۶ گونه پهن‌برگ یکساله و ۱۳ گونه علف هرز چندساله می‌باشد (Sasanfar *et al*., 2021). کنترل شیمیایی یکی از روش‌های مهم کنترل علف‌های هرز در گیاهان زراعی است که به دلیل هزینه پایین، تسهیل در کاربرد و تأثیر سریع آن، نسبت به سایر روش‌های مدیریت برتری دارد (Khan *et al*., 2016; Riemens *et al*., 2022).

علف‌کش‌های سولفونیل اوره (بازدارنده آنزیم استولاکتات سنتاز) مانند نیکوسولفورون، ریم‌سولفورون و فورام‌سولفورون موثرترین گروه علف‌کش‌ها جهت کنترل انتخابی علف‌های هرز پهن برگ و باریک برگ در مزارع ذرت به شمار می‌آیند (Chitband *et al*., 2021; Mariani *et al*., 2019) که به دلیل کنترل مناسب علف‌های هرز در مقادیر کم و سمیت پائین برای موجودات زنده از مقبولیتی زیادی برخوردارند (Lair and Redente, 2004). این علف‌کش‌ها مانع از عمل آنزیم استولاکتات می‌شوند که نقش حیاتی برای بیوسنتز اسیدآمینه‌های زنجیره‌ای شاخه‌دار مانند والین، لویسین و ایزولویسین دارد و با جلوگیری از سنتز پروتئین‌ها و برخی مولکول‌های حیاتی دیگر از متابولیسم و تقسیم سلولی گیاه ممانعت می‌کنند (Zhang *et al*., 2013).

محققین گزارش کردند مصرف علف‌کش‌ها بدون خسارت به گیاه زراعی می‌توانند علف‌های هرز را بین ۸۰ تا ۱۰۰ درصد کنترل نماید (Donald , 2007 ; Sasanfar *et al*., 2021). گزارش گردیده که که علف‌کش‌های فورام سولفورون و نیکوسولفورون به ترتیب با غلظت ۲/۵ و ۲ لیتر در هکتار توانستند علف‌های هرز باریک برگ و به خصوص قیاق را به صورت رضایت بخشی کنترل کنند و در مجموع پس از علف‌کش توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ از نظر کنترل علف‌های هرز پهن برگ نیز کارآیی نسبتا مناسبی داشتند (Baghestani *et al*., 2006). در پژوهشی دیگر نیز مشخص شد که کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون + ریم سولفورون باعث کاهش ۴۳ درصد علف‌های هرز شد در حالی که عملکرد دانه ذرت را در مقایسه با شاهد با علف هرز تا ۱۶ درصد افزایش نشان داد. علاوه براین، آنها دریافتند که کاربرد علف‌کش فورام سولفورون تراکم و زیست توده علف‌های هرز را به ترتیب ۷۶ و ۹۴ درصد کاهش و عملکرد دانه ذرت را ۱۷ درصد افزایش داد (Sikkema *et al*., 2007). شریفی‌زیوه و دیده‌باز قربانلو (Sharifiziveh and Didehbaz Moghanlo, 2019) گزارش کردند که کاربرد علف‌کش یدوسولوفورون متیل سدیم + فورام سولوفورون سدیم + تین کاربازون متیل + سایپروسولفامید به مقدار ۱ لیتر ماده تجاری در هکتار به صورت پس رویشی در زمان ۵-۲ برگی علف‌های هرز بیشترین کارایی را در کنترل علف‌های هرز ذرت داشت. ساسان‌فر و همکاران (Sasanfar *et al*., 2021) نیز عنوان کردند که در استان فارس بیشترین افزایش عملکرد ذرت به میزان ۲۱۱/۳ درصد در تیمار کاربرد علف‌کش نیکوسولفورون در مقایسه با شاهد بدست آمد. محققین همچنین بیان کردند که کاربرد علف‌کش نیکوسولفورن علف‌های هرز ارزن‌دم‌روباهی (*Setaria italica*)، علف هفت‌بند (*Polygonum aviculare*)، گاوپنبه (*Abutilon theophrasti*)، سلمه‌تره (*Chenopodium album*) و تاج خروس (*Amaranthus retroflexus*) را به ترتیب ۸۰، ۸۹، ۴۷، ۴۲ و ۴۶ درصد کنترل کرد ولی هیچ تاثیری بر روی علف هرز توق (*Xanthium strumarium*) نداشت (Bunting *et al*., 2005). لطفی و همکاران (Lotfi *et al*., 2010) نیز گزارش کردند که علف کش فورام سولفورن، نیکوسولفورن و توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ به ترتیب باعث کاهش ۷۰/۱۴، ۵۸/۶۸ و ۵۰/۵۹ درصد علف‌های هرز مزارع ذرت شدند. نجفی و غدیری (Najafi and Ghadiri, 2012) گزارش کردند که کمترین زیست توده علف‌های هرز مزرعه ذرت در تیمار کاربرد علف‌کش‌های فورام سولفورون و آترازین با آلاکلر به دست آمد. آن‌ها دریافتند که کاربرد علف‌کش‌های فورام سولفورون و آترازین با آلاکلر به ترتیب به میزان ۰/۰۶، ۱ و ۲/۴۴ و یا ۰/۰۳، ۱/۵ و ۱/۹۲ کیلوگرم ماده موثره در هکتار باعث کاهش زیست توده علف هرز تاج خروس به میزان ۹۰ درصد شد. آنها دریافتند که بیشترین زیست توده علف‌های هرز تاج خروس و پیچک (*Convolvulus arvensis*) به ترتیب در تیمار کاربرد علف‌کش‌های ریم‌سولفورون، توفوردی+ ام-سی‌پی‌آ و ریم سولفورون، آترازین با آلاکلر مشاهده شد. علاوه بر این، آن‌ها نشان دادند که که تاثیر این علف‌کش‌ها بر کنترل علف هرز عروسک پشت‌پرده (*Physalis divaricata*) در مقایسه با سایر علف‌های هرز به مراتب کمتر بود (Najafi and Ghadiri, 2012).

هدف این پژوهش بررسی کارایی علف‌کش مایستر–ادی در دزهای مختلف با چهار علف‌کش کروز، اولتیما، استوکلر و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ و تعیین بهترین دز مصرفی آن در کنترل علف‌های هرز و رشد و عملکرد ذرت هیبرید ماکسیما بود.

مواد و روش‌ها

به منظور بررسی اثر علف‌کش مایستر–ادی (فورام سولفورون+یدوسولفورون+ ایمن‌ساز ایزوگزادیفن) بر کنترل و مهار علف‌های هرز و ویژگی‌های رویشی و زراعی ذرت هیبرید ماکسیما، آزمایشی در منطقه سیدان شهرستان مرودشت، (طول جغرافیایی ′۴۶°۵۲ شرقی و عرض جغرافیایی ′۷ °۲۹ شمالی و ارتفاع ۱۸۱۰ متر

از سطح دریا) در سال زراعـی ۹۵-۱۳۹۴ در قالـب طـرح بلـوک‌هـای کامل تصادفی با سه تکرار اجرا شد. تیمارهای آزمایشی شـامل علـف کش‌های استوکلر به مقدار ۴/۵، ۵ و ۶ لیتر مـاده تجـاری در هکتـار، فورام‌سولفورون + یدوسولفورون به مقدار ۱، ۱/۵ و۲ لیتر ماده تجـاری در هکتار، نیکوسولفورون به مقدار ۱/۵، ۲ و ۲/۵ لیتر ماده تجـاری در هکتار، نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون به مقـدار ۱، ۲ و ۳ لیتـر مـاده تجاری در هکتار، توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ بـه مقـدار ۱/۵، ۲ و ۲/۵ لیتـر ماده تجاری در هکتار و دو تیمار شاهد وجین علف هرز در تمام فصل رشد (بدون علف هرز) و آلوده به علف هـرز بودنـد. مشخصـات علـف کش‌های تیمار شده در جدول ۱ نشان داده شد.

پیش از کشت گیاه در زمین، برای تعیـین برخـی از ویژگـی‌هـای فیزیکوشـیمیایی خـاک مزرعـه آزمایشـی، از عمـق صـفر تـا ۳۰ سانتی‌متری خاک مزرعه نمونه‌برداری انجام شد (جدول ۲).

جدول ۱- مشخصات علف‌کش‌های استفاده شده در آزمایش

Table 1- Characteristics of herbicide treatments in the experiment

فرمولاسیون	نام تجاری Trade name	نام عمومی Common name
۷۶ درصد EC 76% EC	سورپاس Surpass	استوکلر Acetochlor
۳/۱ درصد OD 3.1% OD	مایستر-ادی MaisTer OD	فورام‌سولفورون + یدوسولفورون Foramsulfuron + Idosulfuron
۴ درصد SC 4% SC	کروز Cruz	نیکوسولفورون Nicusulfuron
۷۵ درصد DF 75% DF	اولتیما Ultima	نیکوسولفورون + ریم‌سولفورون Nicusulfuron+Rimsulfuron
۶۷/۵ درصد SL 67.5% SL	یو۴۶کمبی U 46 Combi	توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ 2,4-D + MCPA

جدول ۲- ویژگی‌های فیزیکوشیمیایی خاک در عمق صفرتا ۳۰ سانتی‌متری

Table 2- Physico-chemical properties of the soil in 0-30 cm depth

هدایت الکتریکی EC ($dS.m^{-1}$)	رس Clay (%)	سیلت Silt (%)	شن Sand (%)	نیتروژن کل Total N (%)	ماده آلی O.M. (%)	فسفر P ($mg.kg^{-1}$)
0.73	16.32	57.62	20.32	0.09	1.08	12

عملیات تهیه زمین شامل شخم عمیق (۳۰ سانتی‌متر) با گـاوآهن برگردان‌دار، دو دیسک عمود برهم، ۲ بار تسطیح زمین (لـولر)، ایجـاد جوی و پشته، ایجاد نهرها و کرت بندی بود. کود فسفر به میزان ۱۵۰ کیلوگرم در هکتار از منبع سوپرفسفات تریپل به صورت پیش کاشـت آمیخته با خاک و کود اوره بـه میـزان ۴۵۰ کیلـوگرم در هکتـار در دو مرحله (۱/۳ قبل از کاشت و مابقی ۶۰ روز پس از کشت ذرت در مرحله ۶ برگی ذرت) اسـتفاده گردیـد. بـذر ذرت هیبریـد ماکسـیما، پـس از ضـدعفونی بـا قـارچ‌کـش کاربوکسـی تیـرام در تـراکم بهینـه (معادل۸۰/۰۰۰ هزار بوته در هکتار) با دستگاه بذرکار ذرت در عمق ۵ سانتی‌متری از سطح خاک روی ردیف‌هایی به طـول ۴ متـر و فاصـله ۷۵ سانتی‌متر با فاصله روی ردیف ۱۵ سانتی‌متر در اواسط خرداد مـاه کشت شد. واحدهای آزمایشی (کرت) شامل چهـار ردیـف بودنـد. هـر کرت توسط دو ردیف نکاشت (۱/۵ متر) از کرت بعدی جـدا شـد. دور آبیاری ۱۰ روز یکبار صورت گرفت. تیمارهای علف‌کش شـامل علـف کش‌های استوکلر (به صورت پیش رویشـی و همزمـان بـا خـاک آب مورد استفاده قرار گرفت)، مایستر-ادی، کروز، اولتیما، توفـوردی+ ام-سی‌پی‌آ (در زمان توصیه شده (ارتفاع ۳۰ سانتی‌متری ذرت معادل۴ تـا ۶ برگی)) با سمپاش پشتی ۱۵ لیتری با نازل بادبزنی تی‌جـت و فشـار ۲۵۰ کیلوپاسکال اعمال شد. سم‌پاش بر اساس میزان ۳۰۰ لیتر آب در هکتار کالیبره شد. در تیمار بدون علف هرز، کلیه علف‌های هرز واحـد آزمایشی توسط وجین‌دستی حذف و در تیمار آلوده به علف هرز، کلیـه علف‌های هرز واحد آزمایشی تا پایـان مرحلـه رشـد نگـه‌داری شـدند. چهار هفته پس از سم‌پاشی با استفاده از کـوادرات ۱×۱ متـر، نمونـه برداری از علف‌های هرز هر کرت انجام و تـراکم انـدازه‌گیـری شـد و برای تعیین زیست توده نیز، نمونه‌ها در آون با دمای ۷۵ درجه سانتی-گراد به مدت ۴۸ ساعت خشک و توسط ترازوی دیجیتالی اندازه‌گیری شد. در پایان فصل رشد، از هر کرت، دو ردیف کنـاری و نـیم متـر از ابتدا و انتها به عنوان اثر حاشیه حذف و بقیه بوته‌ها ابتدا شمارش شده و سپس بلال‌ها به صورتی دستی برداشت و تـوزین شـد. سـپس ۱۰ عدد بلال بطور تصادفی از هر کرت انتخاب و صـفات تعـداد دانـه در

ردیف، تعداد ردیف در بلال، تعداد دانه در بلال، وزن هزار دانه، طول بلال محاسبه شد و صفات عملکرد دانه بر اساس رطوبت ۱۲٪ و عملکرد بیولوژیک بوسیله توزین شدند. برای به دست آوردن زیست توده، نمونه‌ها در آون و در دمای ثابت ۷۵ درجه سانتی‌گراد به مدت ۴۸ ساعت تا رسیدن به وزن ثابت قرار داده شدند. علاوه براین، درصد افت عملکرد (YLP) Yield Loss Percentage از رابطه زیر محاسبه شد (Hassannejad *et al*., 2012).

$$YL = \frac{aNW}{1 + \frac{aNW}{m}}$$

در این رابطه NW: تراکم علف‌هرز (تعداد بوته در متر مربع)، a: میزان خسارت به ازای ورود اولین علف هرز و m: حداکثر افت نسبی عملکرد می‌باشد.

داده‌های مورد نظر با استفاده از نرم‌افزار SAS 9.2 تجزیه و مقایسه میانگین‌ها با آزمون چند دامنه‌ای دانکن در سطح احتمال ۵ درصد انجام شد. رسم نمودارها و جداول با نرم‌افزار Excel انجام شد.
ج

نتایج و بحث

تراکم و زیست توده علف‌های هرز

علف‌های هرز غالب در مزرعه محل انجام پژوهش حاضر شامل تاج‌خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*)، سلمه تره (*Chenopodium album*)، پیچک‌صحرایی (*Convolvulus arvensis*)، اویارسلام قرمز (*Cyperus rotundus*) و ارزن دم روباهی (*Setaria italica*) بود.

نتایج مقایسه میانگین درصد کاهش تراکم و زیست توده علف‌های هرز نشان داد که در پایان فصل رشد کاربرد علف‌کش مایستر–ادی به میزان ۱/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار منجر به بیشترین درصد کاهش در تراکم و زیست توده علف‌های هرز تاج خروس ریشه قرمز، سلمه تره، اویارسلام و ارزن دم روباهی به ترتیب به میزان ۴۷/۱۰، ۲۷/۳۶، ۶۹/۳۸، ۵۶/۲۲، ۶۶/۸۵، ۷۴/۲۶، ۶۶/۸۵ و ۸۰/۱۵ درصد در مقایسه با تیمار شاهد آلوده به علف هرز شد (جدول ۳). بیشترین درصد کاهش تراکم و زیست توده علف هرز پیچک به میزان ۸۹/۱۰ و ۷۰/۹۴ درصد در مقایسه با تیمار شاهد آلوده به علف هرز به ترتیب مربوط به کاربرد توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ به میزان ۲/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار و مایستر–ادی به میزان ۱/۵ لیتر ماده تجاری در هکتار بود (جدول ۳). محققین نیز بیان کردند که علف کش فورام‌سولفورون+ یدوسولفورون+ ایمن‌ساز ایزوگزادیفن (مایستر–ادی) به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار توانست علف‌های هرز پهن برگ و برخی از باریک‌برگ‌ها را همانند دو تیمار نیکوسولفورون (کروز) و اولتیما به خوبی کنترل نماید (Baghestani *et al*., 2014).

بطورکلی زیست توده تاج خروس تحت تاثیر علف‌کش‌ها نشان داد میان کاربرد علف‌کش مایستر–ادی با علف‌کش‌های استوکلر و کروز در سطح ۱ درصد و با علف‌کش‌های اولتیما و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت (جدول ۴). کمترین زیست توده اندام هوایی علف هرز تاج خروس (۳۷۹/۰۵ گرم در مترمربع) در تیمار کاربرد علف‌کش مایستر–ادی مشاهده شد که نسبت به علف‌کش اولتیما و توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ به ترتیب حدود ۷ و ۵ درصد کاهش داشت. علاوه براین، کاربرد علف‌کش مایستر–ادی نسبت به علف‌کش‌های استوکلر، کروز، اولتیما و توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ به ترتیب منجر به کاهش ۲۷، ۳۹، ۱۷ و ۱۲ درصدی تراکم علف هرز تاج خروس شد (جدول ۴).

براساس نتایج مقایسات گروهی علف‌کش‌ها مشخص شد که زیست توده سلمه تره نیز به طور معنی‌داری تحت تاثیر کاربرد علف کش مایستر–ادی با علف‌کش‌های استوکلر و کروز در سطح ۱ درصد و با علف‌کش اولتیما در سطح ۵ درصد قرار گرفت (جدول ۴). کمترین زیست توده علف هرز سلمه‌تره (۱۹۴ گرم در متر مربع) در تیمار کاربرد علف‌کش مایستر–ادی مشاهده شد که نسبت به علف‌کش‌های استوکلر، کروز، اولتیما و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ به ترتیب به میزان ۲۱، ۲۵/۴، ۱۰/۷۹ و ۶ درصد کاهش یافت. تراکم سلمه تره نیز تحت تاثیر کاربرد علف‌کش مایستر–ادی با علف‌کش‌های استوکلر، کروز و علف کش توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). کمترین تراکم علف هرز سلمه‌تره (۲/۲۷ بوته در متر مربع) در تیمار کاربرد علف‌کش مایستر–ادی مشاهده شد که نسبت به علف‌کش‌های استوکلر، کروز، اولتیما و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ به ترتیب به میزان ۲۸، ۳۴ ، ۲۹ و ۲۳ درصد کاهش یافت. شریفی‌زیوه و دیده‌باز مقانلو (Sharifiziveh and Didehbaz Moghanlo., 2019) گزارش کردند که کاربرد علف‌کش مایستر–ادی با بیش از ۸۵ درصد کارایی، نقش مهمی در کنترل علف‌های هرز سلمه‌تره و سورف در ذرت داشت.

کاربرد علف‌کش مایستر–ادی با علف‌کش‌های استوکلر و کروز در سطح ۱ درصد و با علف‌کش‌های اولتیما و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ در سطح ۵ درصد بر زیست توده علف هرز پیچک اثر معنی‌دار داشت (جدول ۴). کمترین زیست توده علف هرز پیچک (۵۶/۱۸ گرم در متر مربع) در تیمار کاربرد علف‌کش مایستر–ادی مشاهده شد. میزان کاهش زیست توده علف هرز پیچک در تیمار مایستر–ادی نسبت به علف‌کش‌های استوکلر، کروز، اولتیما و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ به ترتیب ۴۰، ۴۲/۵، ۲۸ و ۱۸ درصد بود. میان کاربرد علف‌کش مایستر–ادی با علف‌کش کروز بر تراکم علف هرز پیچک در سطح ۵ درصد اختلاف معنی‌داری وجود داشت. لکن، میان علف‌کش مایستر–ادی و علف کش‌های استوکلر، اولتیما و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). میزان کاهش تراکم علف هرز پیچک در تیمار مایستر–ادی نسبت به علف‌کش‌های استوکلر،

کروز، اولتیما و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ به ترتیب ۱۹، ۳۲، ۱۳/۳ و ۱۳/۳ درصد بود.

نتایج مقایسات گروهی علف‌کش‌ها همچنین نشان داد زیست توده اویارسلام تحت تاثیر کاربرد علف‌کش مایستر–ادی با علف‌کش های استوکلر، کروز و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ در سطح ۱ درصد قرار گرفت. لکن، میان علف‌کش مایستر–ادی و اولتیما از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری مشاهده نشد (جدول ۴). کمترین زیست توده علف هرز اویارسلام (۴۵/۶ گرم در مترمربع) در تیمار علف‌کش مایستر–ادی بدست آمد که نسبت به علف‌کش اولتیما ۱۹/۸۷ درصد کاهش یافت. علف‌کش مایستر–ادی نسبت به علف‌کش‌های استوکلر، کروز و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ به ترتیب منجر به کاهش ۵۴/۴، ۴۶/۲ و ۵۸ درصدی زیست توده علف هرز اویارسلام شد. بطور کلی میان اثر کاربرد علف‌کش مایستر–ادی با علف‌کش استوکلر در سطح ۵ درصد و با علف‌کش توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ در سطح ۱ درصد بر تراکم اویارسلام اختلاف معنی‌داری مشاهده شد. لیکن، میان علف‌کش مایستر–ادی با علف‌کش کروز و اولتیما از لحاظ آماری اختلاف معنی داری وجود نداشت (جدول ۴). تراکم اویارسلام در تیمار مایستر–ادی نسبت به علف‌کش‌های استوکلر، کروز، اولتیما و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ به ترتیب به میزان ۲۶/۱، ۱۱، ۱۵ و ۳۹/۳ درصد کاهش یافت.

تغییرات زیست توده ارزن دم روباهی نیز در اثر کاربرد علف‌کش مایستر–ادی با علف‌کش‌های استوکلر در سطح ۱ درصد و با علف کش‌های کروز و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ در سطح ۵ درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). کمترین زیست توده علف هرز ارزن دم روباهی (۳۲/۴ گرم در متر مربع) در تیمار علف‌کش مایستر–ادی مشاهده شد.

کاربرد علف‌کش مایستر–ادی نسبت به علف‌کش‌های استوکلر، کروز، اولتیما و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ به ترتیب منجر به کاهش ۴۲/۳، ۳۴/۵، ۲۱/۵ و ۴۲/۸ درصد زیست توده علف هرز ارزن دم روباهی شد. کاربرد علف‌کش مایستر–ادی همچنین نسبت به علف‌کش‌های استوکلر، کروز، اولتیما و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ به ترتیب منجر به کاهش ۲۱، ۲۵، ۲۱ و ۴۰ درصدی تراکم علف هرز ارزن‌دم‌روباهی شد (جدول ۴).

به‌طورکلی کمترین زیست توده کل علف‌های هرز در تیمار کاربرد علف‌کش مایستر–ادی (۱۱۲۴/۱ گرم در متر مربع) به دست آمد. کاربرد علف‌کش مایستر–ادی نسبت به علف‌کش‌های استوکلر، کروز، اولتیما و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ به ترتیب بطور معنی‌داری منجر به کاهش ۲۵/۲، ۲۶/۴، ۱۲ و ۱۵/۷ درصد زیست توده کل علف‌های هرز شد. به‌نظر می‌رسد علف‌کش مایستر–ادی و اولتیما نسبت به علف‌کش‌های مورد مطالعه از کارآیی بیشتری در کنترل و کاهش زیست توده و تراکم کل علف‌های هرز و پس از برخوردار هستند. بانتینگ و همکاران (Bunting *et al*., 2005) نشان دادند که کاربرد علف‌کش نیکوسولفورن علف‌های هرز دم روباهی، علف هفت بند، گاوپنبه، سلمه تره و تاج خروس را به ترتیب ۸۰، ۸۹، ۴۷، ۴۲ و ۴۶ درصد کنترل کرد. باغستانی و همکاران (Baghestani *et al*., 2007) عنوان کردند که علف‌کش‌های فورام سولفورون و نیکوسولفورون به ترتیب با غلظت ۲/۵ و ۲ لیتر در هکتار توانستند علف‌های هرز باریک برگ را به صورت رضایت بخشی کنترل کنند و در مجموع پس از علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ از نظر کنترل علف‌های هرز پهن‌برگ نیز کارآیی نسبتا مناسبی داشتند. زارع‌مهذبیه و غدیری (Zaremohazabieh and Ghadiri, 2011) نیز گزارش کردند که کاربرد علف‌کش فورام‌سولفورون به میزان ۰/۰۶ و ۰/۰۳ کیلوگرم ماده موثره در هکتار تراکم و تعداد بوته علف‌های هرز مزرعه ذرت شد. لیکن، دزهای ۰/۰۲ و ۰/۰۴ کیلوگرم ماده موثره در هکتار از علف‌کش توفوردی با ام‌پی‌سی‌آ زیست توده علف هرز باریک برگ را تحت تاثیر قرار نداد.

عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

بیشترین طول بلال ذرت (۲۲/۵۶ سانتی‌متر) در تیمار شاهد بدون علف هرز مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد آلوده به علف هرز ۵۵/۶ درصد بیشتر بود (جدول ۵). در میان تیمارهای علف‌کش، بیشترین طول بلال ذرت (۱۹/۹۳ سانتی‌متر) در تیمار علف‌کش مایستر به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار به دست آمد که نسبت به طول بلال ذرت در تیمار شاهد آلوده به علف هرز ۳۷/۵ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). به نظر می‌رسد علف‌کش مایستر–ادی نسبت به سایر تیمارهای علف‌کش در کاهش تاثیر منفی علف‌های هرز بر طول بلال ذرت از کارآیی بالاتری برخوردار بود که این امر می‌تواند ناشی از کارآیی بهتر این علف‌کش در کنترل و کاهش رقابت علف‌های هرز و بهبود رشد رویشی و زایشی گیاه زراعی ذرت باشد. باغستانی و همکاران (Baghestani *et al*., 2014) نتایج مشابهی را در بهبود رشد رویشی و زایشی گیاه زراعی ذرت با کاربرد علف‌کش مایستر–ادی در مقایسه با سایر تیمارهای علف‌کش گزارش کردند. نجفی و غدیری (Najafi and Ghadiri, 2012) گزارش کردند که کمترین طول بلال ذرت در تیمار شاهد با علف هرز مشاهده شد. پس از آن کمترین طول بلال ذرت در تیمار علف‌کش توفوردی + ام‌سی‌پی‌آ به دست آمد. با توجه به تشدید رقابت بین گونه‌ای در شرایط آلوده به علف هرز و افزایش فشار زیست توده علف‌های هرز و کاهش نفوذ نور به بخش‌های پایین‌تر سایه‌انداز، فتوسنتز خالص گیاه زراعی ذرت کاهش یافته و این امر منجر به کاهش طول بلال ذرت شد (Bijanzadeh *et al*., 2006).

جدول ۳- مقایسه میانگین اثرتیمارهای علف‌کش بر درصد کاهش تراکم و زیست توده علف هرز ذرت نسبت به شاهد آلوده به علف هرز

Table 3- Mean comparison of effects of herbicide treatments on percentage reduction of weed density and biomass of corn compared with weedy control.

علف کش Herbicide	میزان مصرف ($l\ ha^{-1}$)	گونه‌های علف هرز Weed species — تاج خروس ریشه قرمز *Amaranthus retroflexus*		سلمه تره *Chenopodium album*		پیچک *Convolvulus arvensis*		اویارسلام *Cyperus rotundus*		ارزن دم روباهی *Setaria italica*	
		تراکم Density (%)	زیست توده Biomass (%)	تراکم Density (%)	زیست توده Biomass (%)	تراکم Density (%)	زیست توده Biomass (%)	تراکم Density (%)	زیست توده Biomass (%)	تراکم Density (%)	زیست توده Biomass (%)
مایستر-ادی MaisTer OD	1	23.65^{d}	15.83^{g}	46.29^{c}	41.24^{h}	33.43^{e}	30.15^{h}	58.67^{b}	51.70^{e}	41.84^{d}	43.12^{h}
	1.5	47.10^{a}	27.36^{a}	69.38^{a}	56.22^{a}	66.79^{b}	70.94^{a}	66.85^{a}	74.26^{a}	66.85^{a}	80.15^{a}
	2	35.44^{b}	25.17^{b}	61.76^{b}	54.32^{b}	55.73^{c}	68.52^{b}	58.55^{b}	73.82^{b}	66.79^{a}	74.30^{b}
استوکلر Acetochlor	4.5	11.76^{f}	10.95^{m}	38.59^{d}	27.51^{o}	44.77^{d}	13.34^{o}	33.64^{e}	60.47^{d}	41.83^{d}	38.36^{j}
	5	29.43^{c}	14.62^{h}	38.60^{d}	40.94^{i}	44.72^{d}	28.90^{j}	50.10^{c}	17.60^{k}	58.60^{b}	35.55^{m}
	6	17.77^{j}	14.07^{i}	23.19^{f}	36.43^{j}	55.69^{c}	20.29^{l}	41.85^{d}	13.10^{n}	58.58^{b}	41.05^{i}
کروز Cruz	1.5	5.93^{g}	4.36^{o}	38.67^{d}	28.64^{n}	11.43^{f}	15.47^{n}	33.52^{e}	17.90^{j}	41.85^{d}	37.11^{k}
	2	5.90^{g}	5.01^{n}	30.82^{e}	33.57^{l}	55.76^{c}	20.26^{m}	58.60^{b}	38.67^{h}	58.60^{b}	48.61^{g}
	2.5	17.77^{j}	13.66^{k}	30.79^{e}	31.98^{m}	55.82^{c}	29.44^{i}	58.48^{b}	39.82^{g}	50.08^{c}	50.94^{f}
اولتیما Ultima	1	17.80^{i}	13.31^{l}	15.57^{g}	35.58^{k}	44.77^{d}	23.11^{k}	33.69^{e}	48.51^{f}	50.10^{c}	53.86^{e}
	2	35.44^{b}	20.00^{e}	38.67^{d}	49.30^{d}	55.86^{c}	43.88^{f}	50.10^{c}	60.47^{d}	58.63^{b}	56.00^{d}
	3	23.60^{d}	18.72^{f}	38.53^{d}	47.47^{f}	55.74^{c}	45.10^{e}	58.54^{b}	61.58^{c}	50.09^{c}	57.76^{c}
توفوردی+امسی‌پی‌آ 2,4-D + MCPA	1.5	23.58^{d}	13.97^{j}	30.80^{e}	43.82^{g}	44.72^{d}	41.95^{g}	25.10^{f}	11.08^{o}	50.11^{c}	33.07^{o}
	2	29.43^{c}	20.74^{d}	38.67^{d}	48.61^{e}	55.75^{c}	46.09^{d}	33.53^{e}	15.35^{l}	33.60^{e}	34.04^{n}
	2.5	35.35^{b}	21.66^{c}	61.76^{b}	49.59^{c}	89.10^{a}	51.20^{c}	33.60^{e}	14.46^{m}	41.85^{d}	36.36^{l}

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند ($LSD \leq 0.05$).

Means in each column followed by the similar letters are not significantly different at 5% probability level ($LSD \leq 0.05$).

جدول ٤- مقایسه گروهی بین اثرات علف‌کش بر زیست توده و تراکم علف‌های هرز ذرت
Table 4- Comparison groups between the herbicide effects on weed biomass and density of corn

صفات Traits	درجه آزادی df	میانگین مربعات Means of squares	مایستر-ادی در مقابل استوکلر MaisTer OD vs Acetochlor		میانگین مربعات Means of squares	مایستر-ادی در مقابل کروز MaisTer OD vs Cruz		میانگین مربعات Means of squares	مایستر-ادی در مقابل اولتیما MaisTer OD vs Ultima		میانگین مربعات Means of squares	مایستر-ادی در مقابل توفوردی+ام‌سی‌پیآ MaisTer OD vs 2,4-D + MCPA	
تاج خروس ریشه قرمز (*Amaranthus retroflexus*)													
زیست توده Biomass (g m^{-2})	1	9581.31**	379.05	425.20	24883.45**	379.05	453.42	3145.10*	379.05	405.49	1736.07*	379.05	398.70
تراکم Density (1 m^{-2})	1	3.12*	2.22	3.05	9.03**	2.22	3.63	1.00ns	2.22	2.69	0.42ns	2.22	2.52
سلمه تره (*Chenopodium album*)													
زیست توده (گرم در مترمربع) Biomass (g m^{-2})	1	12585.70**	194	246	20117.67**	194	260	2480.77*	194	217	749.03ns	194	206
تراکم (در مترمربع) Density (1 m^{-2})	1	3.55*	2.27	3.16	6.12*	2.27	3.44	3.78*	2.27	3.19	2.00*	2.27	2.94
پیچک صحرایی (*Convolvulus arvensis*)													
زیست توده (گرم در مترمربع) Biomass (g m^{-2})	1	6242.54**	56.18	93.42	7751.99**	56.18	97.68	2126.33*	56.18	77.91	656.06*	56.18	68.25
تراکم (در مترمربع) Density (1 m^{-2})	1	0.50ns	1.3	1.6	1.68*	1.3	1.9	0.17ns	1.3	1.5	0.22ns	1.3	1.5
اویارسلام (*Cyperus rotundus*)													
زیست توده (گرم در مترمربع) Biomass (g m^{-2})	1	13367.76**	45.6	100.1	6894.21**	45.6	84.7	576.30ns	45.6	56.9	17567.81**	45.6	108.1
تراکم (در مترمربع) Density (1 m^{-2})	1	1.68*	1.7	2.3	0.34ns	1.7	1.9	0.50ns	1.7	2.0	5.55**	1.7	2.8
ارزن دم روباهی (*Setaria italica*)													
زیست توده (گرم در مترمربع) Biomass (g m^{-2})	1	2536.44**	32.4	56.2	1423.42*	32.4	50.2	357.22ns	32.4	41.3	2635.38*	32.4	56.6
تراکم (در مترمربع) Density (1 m^{-2})	1	0.58ns	1.5	1.9	1.00ns	1.5	2	0.50ns	1.5	1.9	4.01*	1.5	2.5
کل علف‌های هرز													
زیست توده (گرم در مترمربع) Biomass (g m^{-2})	1	644581.72**	1124.1	1502.6	729595.76**	1124.1	1526.8	105680.43**	1124.1	1277.4	198305.13**	1124.1	1334.0

*، ** و ns: به ترتیب معنی‌داری در سطح ۵٪ و ۱٪ و غیر معنی‌دار.
*, ** and ns: are significant at 0.05 and 0.01 probability levels and not significant, respectively.

بیشترین و کمترین تعداد ردیف دانه در بلال ذرت به ترتیب در تیمار شاهد بدون علف هرز (۱۶/۰۰) و تیمار شاهد آلوده به علف هرز (۱۱/۳۰) مشاهده شد. همچنین تعداد ردیف دانه در بلال ذرت در تیمارهای کاربرد علف‌کش‌های مایستر–ادی (۱/۵ لیتر در هکتار)، استوکلر (۵ لیتر در هکتار)، کروز (۲ لیتر در هکتار)، اولتیما (۲ لیتر در هکتار)، توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ (۲ لیتر در هکتار) به ترتیب به میزان ۳۵/۴، ۲۳/۹، ۲۴/۸، ۳۵/۴ و ۲۵/۷ درصد در مقایسه با شاهد آلوده به علف هرز افزایش یافت (جدول ۵). به عبارتی کاربرد علف‌کش‌ها منجر به کاهش رقابت و تاثیر منفی علف‌های هرز بر ویژگی‌های زایشی گیاه زراعی ذرت می‌شوند. در این میان، کاربرد علف‌کش مایستر–ادی و اولتیما به دلیل کارآیی بیشتر در کنترل علف‌های هرز منجر به بهبود بیشتر رشد زایشی و افزایش تعداد ردیف دانه در بلال ذرت شدند که این امر نقش مهمی در افزایش عملکرد دانه ذرت داشت. در گذشته نیز گزارش شده است که تعداد ردیف دانه در بلال ذرت در تیمار کاربرد علف‌کش مایستر–ادی به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار نسبت به سایر تیمارهای علف‌کش از برتری محسوسی برخوردار بود (Baghestani *et al*., 2014).

علف‌های هرز بطور معنی‌داری تعداد دانه در ردیف بلال ذرت را کاهش داد و در مقایسه با تیمار شاهد بدون علف هرز به میزان ۴۱/۵ درصد کاهش یافت (جدول ۵). تیمار علف‌کش مایستر–ادی از کارآیی نسبی بالاتری برخوردار بود بطوری که میان کاربرد ۱/۵ لیتر در هکتار علف‌کش مایستر–ادی و تیمار شاهد بدون علف هرز از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری وجود نداشت. لکن، تعداد دانه در ردیف بلال ذرت در تیمار شاهد آلوده به علف هرز در مقایسه با تیمار علف‌کش مایستر–ادی به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار ۵۶/۸ درصد کاهش یافت (جدول ۵). به نظر می‌رسد به دلیل تشدید تداخل علف‌های هرز با گیاه زراعی ذرت، کاهش شاخص سطح برگ و دسترسی کمتر گیاه به عناصر غذایی خاک، میزان فتوسنتز، انتقال و اختصاص مواد پرورده به قسمت‌های زایشی گیاه کاهش یافته و این امر منجر به کاهش تعداد دانه کمتری در ردیف های بلال ذرت می‌شود (Sharifiziveh and Uhart and Andrade, 1995 ; Didehbaz Moghanlo, 2019). از طرف دیگر کارآیی بهتر علف‌کش مایستر–ادی در کنترل و سرکوب علف‌های هرز شرایط بهتری را برای رشد و تولید محصول در گیاه زراعی ذرت فراهم می‌کند (Baghestani *et al*., 2014). این شرایط منجر به افزایش عملکرد دانه ذرت در تیمار کاربرد علف‌کش مایستر–ادی در مقایسه با سایر تیمارهای علف‌کش می‌گردد.

علف هرز در رقابت با ذرت باعث کاهش ۵۸/۶ درصدی تعداد دانه در بلال ذرت نسبت به تیمار شاهد بدون علف هرز (۲۷۱/۳ در مقابل ۶۵۶ عدد) شد (جدول ۵). میان تیمارهای علف‌کش، بیشترین تعداد دانه در بلال ذرت (۶۲۸/۷۰) در تیمار کاربرد علف‌کش مایستر–ادی به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار بدست آمد که نسبت به علف‌کش‌های استوکلر (۵ لیتر در هکتار)، کروز (۲ لیتر در هکتار)، توفوردی+ ام‌سی-پی‌آ (۲ لیتر در هکتار) به ترتیب به میزان ۴۴، ۳۰ و ۴۶ درصد افزایش داشت (جدول ۵). به عبارتی هرچقدر تعداد ردیف در بلال و تعداد دانه در ردیف بلال بیشتر شود تعداد دانه در بلال ذرت افزایش بیشتری داشت. به نظر می‌رسد که تعداد دانه در بلال نقشی بسیار مهمی در تعیین عملکرد نهایی دانه ذرت دارد. ایوانز و همکاران (Evans *et al*., 2003) گزارش کردند که حساس‌ترین جزء عملکرد ذرت به تداخل علف‌های هرز تعداد دانه در بلال بود، به طوری که افزایش زمان تداخل علف‌های هرز موجب کاهش سیگموئیدی تعداد دانه در بلال شد. بنابراین کاربرد علف‌کش‌ها می‌تواند میزان رقابت علف‌های هرز را کاهش دهد. لکن، علف‌کش مایستر–ادی و اولتیما با کارآیی بیشتری نسبت به سایر علف‌کش‌ها توانستند تاثیر منفی علف‌های هرز را بر گیاه زراعی ذرت را کاهش داده و در نتیجه با انتقال و اختصاص بیشتر مواد پرورده به قسمت‌های زایشی و تشکیل تعداد دانه بیشتر، نقش مهمی در افزایش عملکرد دانه داشته باشند (Bijanzadeh *et al*., 2006).

بیشترین وزن ۱۰۰۰ دانه ذرت (۲۸۶/۳۳ گرم) در تیمار شاهد بدون علف هرز مشاهده شد که نسبت به تیمار شاهد آلوده به علف هرز به میزان ۱۶/۷ درصد افزایش یافت. درمیان تیمارهای علف‌کش، بیشترین وزن ۱۰۰۰ دانه (۲۷۶/۳۳ گرم) در تیمار علف‌کش مایستر–ادی به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار مشاهده شد که نسبت به تیمار علف‌کش اولتیما به میزان ۲ لیتر در هکتار ۲/۴۷ درصد افزایش داشت (جدول ۵). کاربرد علف‌کش با حذف و تضعیف علف‌های هرز منجر به استفاده موثرتر گیاه زراعی از منابع شده که نتیجه آن پر شدن بهتر دانه‌ها است. همچنین در شاهد با علف هرز، گیاهان به دلیل رقابت با علف‌های هرز مواد پرورده کافی جهت پر نمودن دانه‌ها در دسترس نداشته و وزن دانه به طور معنی‌داری کاهش یافت (Mehmeti *et al*., 2019 ; Rajcan and Swanton, 2001). ایوانز و همکاران (Evans *et al*., 2003) گزارش کردند که وزن ۱۰۰۰ دانه همبستگی منفی با مدت زمان تداخل علف‌های هرز و همبستگی مثبت با مدت زمان عاری از علف‌های هرز داشت.

جدول ۵- مقایسه میانگین اثرتیمارهای علف کش بر عملکرد و اجزای عملکرد ذرت

Table 5- Mean comparison for effects of herbicide treatments on yield and yield components of corn

علف کش Herbicide	میزان مصرف (l ha^{-1})	طول بلال Ear length (cm)	تعداد ردیف دانه در بلال Row number per ear	تعداد دانه در ردیف row Grain number per	تعداد دانه در بلال Grain number per ear	وزن ۱۰۰۰ دانه 1000 grain weight (g)	عملکرد دانه Grain yield (t ha^{-1})	عملکرد بیولوژیک Biological yield (t ha^{-1})	درصد افت عملکرد Yield loss percentage
مایستر-ادی MaisTer OD	1	18.60^{b-d}	14.60^{a-c}	37.60^{a-c}	554.00^{a-e}	264.33^{b-d}	7.34^{b-e}	16.31^{b-e}	20.53^{b-d}
	1.5	19.93^{b}	15.30^{ab}	41.00^{a}	628.70^{ab}	276.33^{ab}	8.68^{ab}	18.74^{ab}	6.63^{a}
	2	18.23^{b-e}	15.30^{ab}	36.30^{a-c}	558.70^{a-d}	266.66^{b-d}	7.44^{b-d}	16.55^{a-d}	20.14^{b-d}
استوکلر Acetochlor	4.5	15.93^{fgh}	12.60^{c-e}	27.30^{e-h}	349.3^{h-j}	255.66^{d-g}	4.47^{h-j}	10.86^{f-i}	53.41^{g-i}
	5	16.53^{d-h}	14.00^{a-d}	31.30^{c-g}	436.70^{d-h}	259.33^{c-f}	5.66^{e-h}	13.24^{d-g}	39.67^{e-g}
	6	16.20^{e-h}	13.30^{b-e}	28.00^{d-h}	369.30^{g-j}	255.33^{d-g}	4.71^{g-j}	10.94^{f-i}	50.19^{f-i}
کروز Cruz	1.5	15.83^{fgh}	12.60^{c-e}	26.30^{e-h}	333.30^{h-j}	255.33^{d-g}	4.25^{h-j}	10.11^{g-i}	54.39^{g-i}
	2	18.93^{bc}	14.10^{a-d}	34.60^{a-d}	484.00^{c-g}	263.33^{c-e}	6.35^{d-g}	14.51^{c-f}	32.04^{d-f}
	2.5	16.53^{d-h}	13.30^{b-e}	32.00^{c-f}	425.30^{f-i}	259.33^{c-e}	5.52^{f-i}	13.01^{d-h}	41.03^{e-h}
اولتیما Ultima	1	17.83^{c-f}	14.00^{a-d}	36.00^{a-c}	505.30^{b-f}	264.00^{c-e}	6.69^{c-f}	14.84^{c-e}	28.33^{c-e}
	2	19.56^{b}	15.30^{ab}	39.60^{ab}	608.70^{a-c}	269.66^{bc}	8.21^{a-c}	17.73^{a-c}	12.58^{a-c}
	3	17.50^{c-g}	12.60^{c-e}	33.00^{b-e}	426.00^{f-h}	263.33^{c-e}	5.59^{f-h}	12.60^{e-h}	41.48^{e-h}
توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ 2,4D + MCPA	1.5	15.56^{gh}	12.00^{de}	26.00^{f-h}	310.00^{h-i}	252.00^{e-g}	3.90^{ij}	9.51^{g-i}	57.99^{g-i}
	2	16.53^{d-h}	14.20^{a-d}	31.00^{c-g}	431.30^{e-h}	257.33^{d-g}	5.54^{f-i}	13.18^{d-g}	40.80^{e-h}
	2.5	15.23^{h}	12.00^{de}	24.60^{g}	298.7^{ij}	248.66^{fg}	3.70^{j}	9.25^{hi}	59.54^{hi}
شاهد بدون علف هرز Weed free		22.56^{a}	16.00^{a}	41.00^{a}	656.00^{a}	286.33^{a}	9.41^{a}	20.12^{a}	-
شاهد آلوده به علف هرز Weedy		14.50^{h}	11.30^{e}	24.00^{h}	271.30^{j}	245.33^{g}	3.32^{j}	8.37^{i}	64.21^{i}

میانگین‌ها با حروف مشابه در هر ستون تفاوت معنی‌داری در سطح احتمال پنج درصد ندارند ($LSD \le 0.05$).

Means in each column followed by the similar letters are not significantly different at 5% probability level ($LSD \le 0.05$).

کمترین عملکرد دانه ذرت (۳/۳۲ تن در هکتار) در تیمار شاهد آلوده به علف هرز به دست آمد که نسبت به تیمار شاهد بدون علف هرز به میزان ۶۴/۷ درصد کاهش یافت (جدول ۵). علف‌های هرز با تاثیر منفی بر ویژگی‌های زایشی گیاه زراعی ذرت در نهایت منجر به کاهش عملکرد دانه می‌شوند. بیشترین عملکرد دانه (۸/۶۸ تن در هکتار) در تیمار کاربرد ۱/۵ لیتر در هکتار علف‌کش مایستر–ادی به دست آمد که نسبت به علف‌کش‌های استوکلر (۵ لیتر در هکتار)، کروز (۲ لیتر در هکتار)، اولتیما (۲ لیتر در هکتار) و توفوردی+ ام‌سی‌پی‌آ (۲ لیتر در هکتار) به ترتیب به میزان ۵۳/۳، ۳۶/۷، ۵/۷ و ۵۶/۷ درصد افزایش نشان داد (جدول ۵). به نظر می‌رسد کارآیی علف‌کش مایستر–ادی در کنترل علف‌های هرز و بهبود شرایط رشد ذرت و در نتیجه افزایش عملکرد دانه به مراتب بالاتر از سایر علف‌کش‌های مورد استفاده در این پژوهش بود. زارع‌مهذبیه و غدیری (Zaremohazabieh and Ghadiri, 2011) گزارش کردند که بیشترین میزان عملکرد و اجزاء عملکرد دانه ذرت در مقایسه با شاهد با علف هرز در تیمار کاربرد علف‌کش‌های فورام‌سولفورون (۲ لیتر در هکتار) ، فورام‌سولفورون (۲/۵ لیتر در هکتار) و آترازین + آلاکلر (۱/۵ + ۱/۹۲ لیتر در هکتار) و آترازین + آلاکلر (۱ + ۲/۴۴ لیتر در هکتار) به دست آمد که از لحاظ آماری اختلاف معنی‌داری با یکدیگر نداشتند.

علف‌های هرز عملکرد بیولوژیک ذرت را بطور معنی‌دار کاهش داد و نسبت به تیمار شاهد بدون علف هرز به میزان ۲/۴ برابر (۲۰/۱۲ در مقابل ۸/۳۷ تن در هکتار) کاهش یافت (جدول ۵). کاربرد علف کش مایستر–ادی به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار در مقایسه با استوکلر (۵ لیتر در هکتار)، کروز (۲ لیتر در هکتار)، اولتیما (۲ لیتر در هکتار) و توفوردی+ام‌سی‌پی‌آ (۲ لیتر در هکتار) عملکرد بیولوژیک را به ترتیب به میزان ۴۱/۵، ۲۹/۱، ۵/۷ و ۴۲/۲ درصد افزایش داد (جدول ۵). به نظر می‌رسد کاربرد علف‌کش‌ها با تاثیر منفی بر زیست توده و تراکم علف‌های هرز منجر به کاهش رقابت بین گونه‌ای علف‌های هرز و گیاه زراعی ذرت شده و در نهایت رشد رویشی گیاه زراعی ذرت افزایش یافته که این امر خود ناشی از بهبود فتوسنتز و اختصاص مواد پرورده بیشتر برای رشد اندام‌هوایی گیاه می‌باشد. نجفی و غدیری (Najafi and Ghadiri, 2012) نتایج مشابهی را در بهبود عملکرد بیولوژیک ذرت در نتیجه کاربرد علف‌کش‌ها و کاهش زیست توده و تراکم علف‌های هرز گزارش کردند.

درصد افت عملکرد دانه ذرت نشان‌دهنده میزان درصد کاهش عملکرد به دلیل رقابت علف‌های هرز در مزرعه ذرت می‌باشد. بیشترین میزان درصد افت عملکرد دانه ذرت (۶۴/۲۱ درصد) در تیمار شاهد آلوده به علف هرز و کمترین میزان درصد افت عملکرد دانه ذرت در تیمار علف‌کش مایستر–ادی (۶/۶۳ درصد) به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار مشاهده شد (جدول ۵). کاربرد علف‌کش مایستر–ادی (۱/۵ لیتر در هکتار) نسبت به علف‌کش‌های استوکلر (۵ لیتر در هکتار)، کروز (۲ لیتر در هکتار)، اولتیما (۲ لیتر در هکتار) و توفوردی+ ام‌سی پی‌آ (۲ لیتر در هکتار) به ترتیب منجر به کاهش ۸۳، ۷۹، ۴۷ و ۸۴ درصدی درصد افت عملکرد ذرت شد (جدول ۵). محققین گزارش کردند که رقابت گیاه زراعی در شرایط حضور علف‌های هرز با کاربرد علف‌کش‌ها کاهش یافت و این امر منجر به بهبود عملکرد دانه گیاه زراعی شد (Bijanzadeh *et al.*, 2006). باغستانی و همکاران (Baghestani *et al*., 2014) گزارش کردند که با کاربرد علف‌کش مایستر میزان افت عملکرد گیاه زراعی در مقایسه با سایر تیمارهای علف‌کش کمتر بود. در میان علف‌کش‌ها مورد استفاده در این پژوهش علف‌کش مایستر–ادی و اولتیما بیشترین کنترل علف‌های هرز را فراهم کردند که در نتیجه بیشترین زیست توده ذرت در این تیمارها مشاهده شد.

نتیجه‌گیری

در این پژوهش با توجه به نقش بازدارندگی علف‌کش‌ها در کاهش ۶۰ درصدی عملکرد دانه ذرت به دلیل حضور و رقابت علف های هرز و کاهش ۴۰ درصدی زیست توده کل علف‌های هرز در نتیجه کاربرد علف‌کش مایستر–ادی و استفاده از دزهای کاهش‌یافته این علف‌کش و نهایتا کاهش آلودگی محیط و رفع مشکلات ماندگاری علف‌کش‌ها در خاک، می‌توان نتیجه‌گیری کرد که برای دستیابی به بهترین عملکرد دانه ذرت و کاهش رقابت علف‌های هرز و کمترین افت عملکرد، کاربرد علف‌کش مایستر–ادی با دز کاهش‌یافته به میزان ۱/۵ لیتر در هکتار در مقایسه با سایر علف‌کش‌ها، قابل توصیه و حائز اهمیت می‌باشد.

منابع

1. Baghestani, M.A, Mamnoei, E., Ghezeli, F., Zand, E., & Lotfi Mavi, F. (2014). Evaluating the efficacy of MaisTer 3.1% OD (Foramsulfuron + Iodosulfuron + Isoxadifen-ethyl) in the control of different weeds in corn fields of Karaj, Jiroft and Fars Regions. *Journal of Iranian Plant Protection Research 28*(3): 313-324.
2. Baghestani, M.A., Zand, E., Soufizadeh, S., Eskandari, A., PourAzar, R., Veysi, M., & Nassirzadeh, N. (2007). Efficacy evaluation of some dual purpose herbicides to control weeds in maize (*Zea mays* L.). *Crop Protection 26*(7): 936-942. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2006.08.013.

3. Bijanzadeh, E., & Ghadiri, H. (2006). Effect of seprate and combined treatments of herbicides on weed control and corn (*Zea mays* L.) yield. *Weed Technology* 20: 640-645. https://doi.org/10.1614/WT-05-105R1.1.
4. Bunting J., Sprague C.L., and Riechers D.E. 2005. Incorporating foramsulfuron into annual weed control systems for corn. *Weed Technology* 19: 160-167. https://doi.org/10.1614/WT-04-063R1
5. Chitband, A.A., Noghondar, M.N., & Sarabi, V. (2021). Yield of sweet corn varieties and response to sulfonylurea and mix herbicides. *Advances in Weed Science* 39: 1-11. https://doi.org/10.51694/AdvWeedSci/2021;39:00018.
6. Donald, W.W. (2007). Control of both winter annual and summer annual weeds in no-till corn with between-row mowing systems. *Weed Technology* 21: 591-601. https://doi.org/10.1614/WT-05-141.1.
7. Evans, S.P., Knezevic, Z., Lindquist, J.L., Shapiro, C.A., & Blankenship, E.E. (2003). Nitrogen application influences the critical period for weed control in corn. *Weed Science* 51: 408-417. https://doi.org/10.1614/0043-1745(2003)051[0408:NAITCP]2.0.CO;2.
8. FAO. Food and Agriculture Organization. (2017). http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E, Available at 11/05/2017.
9. Gholami Golafshan, M., Vazan, S., Paknejad, F., Oveisi, M., & Eliasi, S. (2009). Spatial relationships between weed seedbank and seedling and their population distribution models in corn. *Weed Research Journal* 1: 65-76.
10. Hassannejad, S., & Porheidar-Ghafarbi, S. (2012). Introducing new indices for weed flora studies. *International Journal of Agriculture and Crop Sciences 4*(22): 1653-1659.
11. Khan, I.A., Hassan, G., Malik, N., Khan, R., Khan, H., & Khan, S.A. (2016). Effect of herbicides on yield and yield components of hybrid maize (*Zea mays*). *Planta Daninha* 34: 729-736. https://doi.org/10.1590/s0100-83582016340400013.
12. Lair, K., & Redente, E.F. (2004). Influence of auxin and sulfonylurea herbicides on seeded native communities. *Rangeland Ecology and Management 57*(2): 211-218. https://doi.org/10.2111/1551-5028(2004)057[0211:IOAASH]2.0.CO;2.
13. Lotfi, M.F., Shayestenia, A., Daneshian, J., & Moradi, A.A. (2010). Effect of three post-emergence herbicides and cultivation on weed management in silage corn fields. *Agroecology Journal 6*(19): 71-77.
14. Mariani, F., Sensemam, S.A., Vargas, L., Agostineto, D., Avila, L.A., & Santos, F.M. (2019). Enzymatic properties and ryegrass resistance mechanism to iodosulfuron-methyl-sodium herbicide. *Planta Daninha* 37:1-10. https://doi.org/10.1590/s0100-83582019370100001.
15. Mehmeti, A., Fetahaj, R., Demaj, A., Nishori, F., & Rracaj, V. (2019). Evaluation of pre-and post-emergence herbicides for weed control in maize (*Zea mays* L.). *Journal of Central European Agriculture 20*(1): 208-222. https://doi.org/10.5513/JCEA01/20.1.2393.
16. Najafi, B., & Ghadiri, H. (2012). Weed control and grain yield response to nitrogen management and herbicides. *Journal Biological and Environmental Science* 6: 39-47.
17. Rajcan, I., & Swanton, C.J. (2001). Understanding maize-weed competition: resource competition, light quality and the whole plant. *Field Crops Research* 71: 139-150. https://doi.org/10.1016/S0378-4290(01)00159-9.
18. Riemens, M., Sønderskov, M., Moonen, A.C., Storkey, J., & Kudsk, P. (2022). An integrated weed management framework: A pan-european perspective. *European Journal of Agronomy* 133: 126443. https://doi.org/10.1016/j.eja.2021.126443.
19. Sasanfar, H., Zand, E., Jamali, M., Sabeti, P., Sharifiziveh, P., Keshtkar, E., & Zamani, M.H. (2021). The efficacy of mesotrione+nicosulfuron (OD 10.5%) and bentazon+MCPA (SL 46%), two new herbicides, in comparison with some commonly used herbicides in the control of broad-leaved weeds of corn. *Iranian Journal of Weed Science* 17: 27-44. https://doi.org/10.22092/IJWS.2021.343429.1372.
20. Sharifiziveh, P., & Didehbaz Moghanlo, G. (2019). Evaluation of Maister power OD a new herbicide in controlling weeds of corn in Moghan region. *Journal of Plant Ecophysiology 10*(35): 131-139.
21. Sikkema, P.H., Kramer, C.H., Vyn, J.D., Kells, J., Hillger, D.E., & Soltani, N. (2007). Control of Muhlenburgia frondosa with post-emergence sulfonylurea herbicides in maize (*Zea mays*). *Crop Protection* 26: 1585-1588. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.02.006.
22. Uhart, S.A., & Andrade, F.H. (1995). Nitrogen deficiency in maize. I. Effects on crop growth, development to dry matter partitioning, and kernel set. *Crop Science* 35: 1376-1383. https://doi.org/10.2135/cropsci1995.0011183X003500050020x.
23. Zaremohazabieh, S., & Ghadiri, H. (2011). Effects of rimsulfuron, foramsulfuron and conventional herbicides on weed control and maize yield at three planting dates. *Journal Biological and Environmental Science* 5: 47-56.
24. Zhang, J., Zheng, L., Jäck, O., Yan, D., Zhang, Z., Gerhards, R., & Ni, H. (2013). Efficacy of four post-emergence herbicides applied at reduced doses on weeds in summer maize (*Zea mays* L.) fields in North China Plain. *Crop Protection* 52: 26-32. https://doi.org/10.1016/j.cropro.2013.05.001.